

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. März 2004 (04.03.2004)

PCT

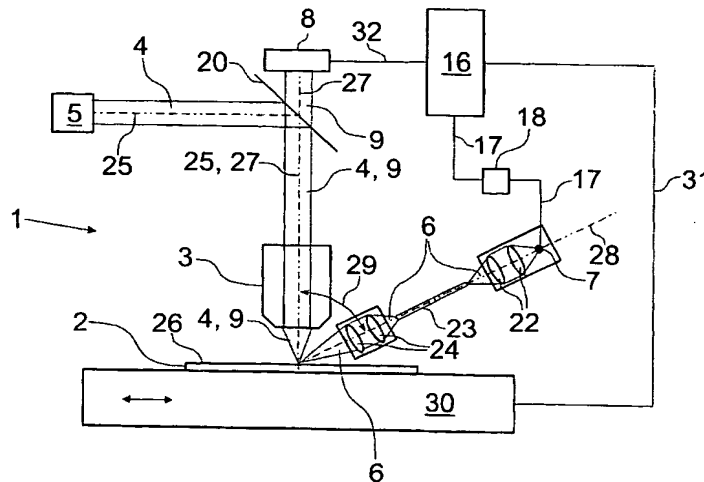
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/019108 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation?: **G02B 21/12**, G01N 21/88, 21/95, 21/956 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEICA MICROSYSTEMS SEMICONDUCTOR GMBH** [DE/DE]; Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009274
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. August 2003 (21.08.2003) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CEMIC, Franz** [DE/DE]; Am Dreschplatz 3, 35789 Weilmünster (DE). **DANNER, Lambert** [AT/DE]; Weingartenstrasse 37, 35584 Wetzlar-Naunheim (DE). **GRAF, Uwe** [DE/DE]; Haydnstrasse 1, 35606 Solms (DE). **MAINBERGER, Robert** [DE/DE]; Rotkehlchenweg 5, 35619 Braunfels (DE). **SÖNKSEN, Dirk** [DE/DE]; Am Kirschbaum 3, 35641 Schöffengrund (DE). **KNORZ, Volker** [DE/DE]; Am Tripp 1, 35625 Hüttenberg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 39 548.9 23. August 2002 (23.08.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR INSPECTING AN OBJECT

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR INSPEKTION EINES OBJEKTS



(57) Abstract: The invention relates to a device and method for inspecting an object (2) involving the use of a bright field illumination beam path (4) of a bright field light source (5), said beam path being formed so that it passes through the projection optics (3), and involving the use of a dark field illumination beam path (6) of a dark field light source (7), this beam path being formed so that it also passes through the projection optics (3). The object (2) can be projected by the projection optics (3) onto the least one detector (8), and the object (2) is simultaneously illuminated by both light sources (5, 7). In order to simultaneously detect bright field images and dark field images without involving complicated filtering operations, the inventive device or method for inspecting an object (2) is characterized in that the light used for the dark field illumination is pulsed and in that the pulse intensity of the light used for the dark field illumination is greater by at least one order of magnitude than the intensity of the continuous light, which is used for the bright field illumination, during a pulsed interval.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Inspektion eines Objekts (2), mit einem bezüglich einer Abbildungsoptik (3) ausgebildeten Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang (4) einer Hellfeld-Lichtquelle (5), mit einem bezüglich der Abbildungsoptik (3) ausgebildeten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): AU, JP, KR, US.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang (6) einer Dunkelfeld-Lichtquelle (7), wobei das Objekt (2) mit der Abbildungsoptik (3) auf mindestens einen Detektor (8) abbildbar ist und wobei das Objekt (2) von den beiden Lichtquellen (5, 7) simultan beleuchtet ist. Zur simultanen Detektion von Hellfeld- und Dunkelfeldbildern und ohne aufwändige Filteroperationen ist die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das Verfahren zur Inspektion eines Objekts (2) dadurch gekennzeichnet, dass das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht gepulst ist und dass die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um mindestens eine Größenordnung größer ist als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts.

### Vorrichtung und Verfahren zur Inspektion eines Objekts

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vorrichtung und ein Verfahren zur Inspektion eines Objekts, mit einem bezüglich einer Abbildungsoptik ausgebildeten Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang einer Hellfeld-Lichtquelle, mit einem bezüglich der Abbildungsoptik ausgebildeten Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang einer Dunkelfeld-Lichtquelle, wobei das Objekt mit der Abbildungsoptik auf mindestens einen Detektor abgebildet wird und wobei das Objekt von den beiden Lichtquellen simultan beleuchtet ist.

10 Geräte der gattungsbildenden Art sind seit geraumer Zeit bekannt. Insbesondere in der optischen Inspektionstechnik werden komplexe Strukturen auf flachen Substraten bildfeldweise inspiziert. Dies ist vor allem in der Halbleiterindustrie zur optischen Untersuchung strukturierter Oberflächen von Masken und Wafern der Fall. Hierbei sollen beispielsweise vorhandene Defekte detektiert oder klassifiziert werden. Als Defekte können beispielsweise Staubkörner, Blasen im Resist, Resistrückstände auf Wafern, Ausbrüche von Kanten oder Kratzer auftreten.

Als Vorrichtung kann beispielsweise ein Mikroskop mit einer Köhlerschen Hellfeldbeleuchtung dienen. So ist bezüglich des Mikroskopobjektivs – also der Abbildungsoptik und gegebenenfalls der wirksamen Detektorfläche – durch die Köhlersche Beleuchtung eine Hellfeldbeleuchtung gebildet. Eine Dunkelfeldbeleuchtung kann bei einem Mikroskop in bekannter Weise realisiert werden, beispielsweise durch den Einsatz eines Dunkelfeld-Mikroskopobjektivs. Bei einem solchen Objektiv wird das für die Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht zwischen der Abbildungsoptik für die Hellfeldabbildung und einem verspiegelt ausgebildeten Objektivgehäuse derart geleitet wird, dass es in einem Winkelbereich bzw. Aperturbereich auf das

Objekt auftritt, der außerhalb der Numerischen Apertur der Abbildungsoptik für die Hellfeldabbildung liegt. Zur Festlegung des Hellfeld- bzw. Dunkelfeld- Beleuchtungsstrahlengangs ist gegebenenfalls die wirksame Detektionsfläche des Detektors bzw. der gesamte zwischen Objekt und Detektor verlaufende  
5 Detektionsstrahlengang zu berücksichtigen, insbesondere dann, wenn die Aperturbereiche des Hellfeld- und des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs nahezu aneinander grenzen.

Erfahrungsgemäß ist eine Detektion von erhöhten und vertieften Strukturen mit einer Hellfeldbeleuchtung allein nicht oder nur im begrenzten Maß  
10 möglich. Aus diesem Grund ist man dazu übergegangen, eine zusätzliche Inspektion durchzuführen, die mit Hilfe einer im Vorrichtung vorgesehenen Dunkelfeldbeleuchtung erfolgt. Diese Beleuchtungsart ist besonders für die Detektion der erhöhten und vertieften Strukturen geeignet, wobei es sich bei  
15 diesen Strukturen um defekte Strukturen handeln kann. Bei einer Dunkelfeldbeleuchtung bleiben planare Strukturen unsichtbar. Erhöhte Strukturen erscheinen hingegen kontrastreich als helle Linien auf dunklem Untergrund. Unregelmäßigkeiten in diesen Linien deuten auf mögliche Defekte  
20 hin.

Aus der DE 199 03 486 A1 ist ein Verfahren zur simultanen Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung bekannt, bei der mindestens eines der beiden Strahlenbündel über die Farbe – d.h. die Wellenlänge des Lichts –, die  
25 Polarisierung oder die Modulation, d.h. Amplituden- oder Frequenzmodulation, kodiert ist. Die Trennung des Hellfeldbilds vom Dunkelfeldbild erfolgt mittels entsprechender Filter oder Detektoreinrichtungen.

Weiterhin sind aus den DT 2 021 784, DE 23 31 750 C3 und DE 37 14 830 A1 Beleuchtungseinrichtungen für Mikroskope bekannt, bei denen wahlweise  
30 zwischen einer Hellfeld- und einer Dunkelfeldbeleuchtung umgeschaltet werden kann. Hierbei ist keine simultane Hellfeld-Dunkelfeld-Beleuchtung vorgesehen.

Aus der EP 0 183 946 B1 ist eine kombinierte Hellfeld- und  
35 Dunkelfeldbeleuchtung mit zwei Lichtquellen bekannt, bei der eine Umschaltung von Hellfeld- auf Dunkelfeldbeleuchtung über mechanische

Verschlüsse (Shutter) erfolgt, die jeweils einer Lichtquelle zugeordnet sind. Hierbei ist auch vorgesehen, dass beide Beleuchtungsarten gleichzeitig verwendet werden, also beide Shutter geöffnet sind. In diesen Modus wird allerdings das Dunkelfeldbild vom Hellfeldbild überstrahlt, so dass eine  
5 simultane Detektion eines Objekts mit beiden Beleuchtungsmodi nicht möglich ist.

Somit sind die aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungssysteme entweder nicht zur simultanen Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung geeignet  
10 oder eine simultane Beleuchtung in beiden Modi ist zwar möglich, jedoch sind die damit gewonnenen Bilder nicht brauchbar oder nur mit erhöhtem Aufwand voneinander zu trennen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein  
15 Vorrichtung und ein Verfahren zu Inspektion eines Objekts derart anzugeben und weiterzubilden, dass eine simultane Detektion von Hellfeld- und Dunkelfeldbildern möglich ist, wobei auf aufwändige Filteroperationen verzichtet werden soll.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Inspektion eines Objekts löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Danach ist eine solche Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht gepulst ist und dass die Pulsintensität des zur  
25 Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um mindestens eine Größenordnung größer ist als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts.

Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass die Lichtausbeute bei einer Hellfeldbeleuchtung und einer Dunkelfeldbeleuchtung sehr unterschiedlich ist. So wird bei einer Hellfeldbeleuchtung nahezu ausschließlich das  
30 am Objekt reflektierte Licht detektiert, wohingegen bei einer Dunkelfeldbeleuchtung nahezu ausschließlich das am Objekt gestreute Licht detektiert wird. Somit sind die Intensitätsverhältnisse bei einer simultanen Detektion sehr unterschiedlich, beispielsweise 100:1 oder 1000:1. In erfindungsgemäßer  
35 Weise wird daher die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um mindestens eine Größenordnung größer gewählt als die auf ein

Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts, und zwar bezogen auf die Intensitätsverhältnisse des Lichts der beiden Lichtquellen am Objekt bzw. in der Objektebene des Abbildungssystems. Hierdurch ist in besonders vorteilhafter Weise die  
5 Intensität des von der Dunkelfeldbeleuchtung am Objekt gestreuten Lichts vergleichbar oder zumindest in der gleichen Größenordnung zur Intensität des von der Hellfeldbeleuchtung am Objekt reflektierten Lichts, so dass an die Eigenschaften – z.B. den Dynamikbereich – eines oder mehrerer Detektoren keine erhöhten Anforderungen gestellt werden müssen.

10

In weiter erfindungsgemäßer Weise ist das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht gepulst. Somit ist streng genommen eine simultane Beleuchtung durch die beiden Lichtquellen lediglich dann gegeben, wenn das gepulste Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle das Objekt beleuchtet. Hierdurch ist  
15 jedoch in ganz besonders vorteilhafter Weise das Vorsehen von Shuttern in den Beleuchtungsstrahlengängen nicht erforderlich, da quasi kontinuierlich entweder nur eine Hellfeldbeleuchtung oder eine simultane Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung vorliegt. Insoweit können mit dem Detektor oder mit einem einen Detektor aufweisenden Detektorsystem kontinuierlich Objektbild-  
20 daten detektiert werden, wobei entsprechend der zeitlichen Abfolge der Beleuchtungsbedingungen lediglich Hellfeld-Bilder des Objekts und Hellfeld-Bilder zusammen mit Dunkelfeld-Bildern des Objekts detektiert bzw. ausgewertet werden können. Grundsätzlich kann die Pulsfolgefrequenz der Dunkelfeld-Lichtquelle an die Auslesecharakteristik des Detektors angepasst  
25 sein.

Als Dunkelfeld-Lichtquelle kann eine Lichtquelle verwendet werden, deren zu erbringende Lichtleistung bezogen auf einen kontinuierlichen Betrieb nicht 10 oder 1000 mal so hoch sein muss, wie die der kontinuierlich betriebenen  
30 Lichtquelle zur Hellfeldbeleuchtung. Die von der Dunkelfeld-Lichtquelle zu erbringende Lichtleistung bezieht sich auf die Leistung der einzelnen Pulse. Diese Lichtleistung ist erfindungsgemäß mindestens eine Größenordnung größer zu wählen, als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts. Erst durch diese hohe  
35 Intensität der Dunkelfeld-Lichtpulse ist das Dunkelfeld-Bild des Objekts bei

simultaner Hellfeld-beleuchtung ohne zusätzliche Filter oder ähnlich separierende Detektionseinrichtungen, sondern direkt aus dem aufgenommenen Bild detektierbar. Demgegenüber waren bei den vorbekannten Vorrichtungen immer zusätzliche Filter, Demodulationsmittel  
5 etc. erforderlich, um das Dunkelfeld-Bild von dem Hellfeld-Bild zu separieren. Geeignete Lichtquellen, die als Dunkelfeld-Lichtquellen verwendet werden können, sind in vorteilhafter Weise in großer Auswahl und zum Teil kostengünstig auf dem Markt erhältlich. So kann beispielsweise eine Xenon-Blitzlampe, ein Laser oder eine LED als Dunkelfeld-Lichtquellen eingesetzt  
10 werden.

Im Konkreten ist die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts 10 bis 10000 mal größer als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts. Da  
15 insbesondere die Intensität des am Objekt gestreuten Lichts von der Objekteigenschaft bzw. von der Eigenschaft der Objektoberfläche abhängt, kann das Intensitätsverhältnis der beiden Lichtquellen in Abhängigkeit des zu inspizieren Objekts, insbesondere der zu inspizierenden Art von Objekten gewählt werden, z.B. für Masken für die Halbleiterindustrie. Letztendlich wird  
20 man die Intensität der kontinuierlich arbeitenden Hellfeld-Lichtquelle zur Hellfeldbeleuchtung derart wählen, dass mit dem Detektor bzw. mit dem Detektorsystem hierbei ein optimaler Kontrast erzielbar ist. Sodann wird die Intensität der gepulsten Dunkelfeld-Lichtquelle derart gewählt, dass bei der Dunkelfeldbeleuchtung ebenfalls ein optimaler Kontrast erzielbar ist und dass  
25 die beiden, in den unterschiedlichen Beleuchtungsmodi detektierten Bilddaten relativ zueinander ein optimales Intensitätsverhältnis aufweisen.

In einer möglichen Ausführungsform der Vorrichtung emittiert die Dunkelfeld-Lichtquelle gepulstes Licht. In diesem Fall handelt es sich um eine Lichtquelle,  
30 die lediglich im gepulsten Betrieb arbeitet. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Dunkelfeld-Lichtquelle kontinuierliches Licht emittiert oder dass ein Teilstrahl der Hellfeld-Lichtquelle für die Hellfeldbeleuchtung für den Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang ausgekoppelt wird. Das kontinuierliche Licht wird dann mittels mindestens eines optischen Bauteils in einzelne Pulse  
35 unterteilt. Bei diesem optischen Bauteil kann es sich um einen Shutter, ein

rotierendes Shutterrad, einen elektrooptischen oder einen akustooptischen Modulator handeln, wobei das optische Bauteil im Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang angeordnet ist.

- 5 In einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Auslese- und/oder Auswertebereitschaft des Detektors und/oder des Detektionssystems mit der Pulsfolge des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts synchronisiert. Durch diese Maßnahme können einerseits die Eigenschaften des Detektors und/oder des Detektionssystems auf die momentan  
10 vorherrschenden Beleuchtungsbedingungen adaptiert werden, so dass in vorteilhafter Weise beispielsweise ein Übersteuern des Detektors weitergehend verhindert werden kann. Andererseits können durch diese Maßnahme die Bilddaten des jeweiligen Beleuchtungsmodus mit Hilfe des Detektionssystems und/oder einem dem Detektionssystem nachgeschalteten  
15 Auswertesystem den einzelnen Beleuchtungsmodi zugeordnet werden, so dass eine gezielte Bilddatenauswertung erfolgen kann, die die jeweiligen Charakteristika der detektierten Bilder berücksichtigt.

- Im Konkreten kann die Synchronisation anhand eines Pulsfolgesignals der Dunkelfeld-Lichtquelle oder anhand eines Steuersignals des optischen  
20 Bauteils erfolgen. Falls die gepulste Dunkelfeld-Lichtquelle einen Trigger-Ausgang aufweist, der ein entsprechendes Trigger-Signal ausgibt, wenn ein Lichtpuls emittiert wird, kann dieses Signal zur Synchronisation des Detektors bzw. des Detektionssystems genutzt werden. Alternativ hierzu wäre beispielsweise eine Synchronisation durch Detektion der Pulsfolge der  
25 Dunkelfeld-Lichtquelle anhand eines von der Dunkelfeld-Lichtquelle ausgeblendeten Teilstrahls möglich, der auf eine Photodiode geleitet wird. Das Ausgangssignal dieser Photodiode kann dann zur Synchronisation genutzt werden. Falls als Dunkelfeld-Lichtquelle eine kontinuierlich arbeitende Lichtquelle verwendet wird, und die Unterteilung dieses Lichts in einzelne  
30 Pulse mittels eines optischen Bauteils erfolgt, so kann als Synchronisationssignal für den Detektor und/oder für das Detektionssystem das Steuersignal des optischen Bauteils dienen. Weiterhin kann zur Synchronisation eine Verzögerungsschaltung vorgesehen sein, mit der



beispielsweise elektronische Laufzeitunterschiede oder zeitliche Offsets ausgleichbar sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform steht die optische Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des zu inspizierenden Objekts oder steht im wesentlichen senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik. Diese Bedingung ist beispielsweise bei einem in Form eines Mikroskops ausgebildeten Inspektionssystem dadurch erfüllt, dass das Mikroskop ein Köhlersches Beleuchtungssystem aufweist, da hierbei die optische Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs im wesentlichen senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik steht. Falls mit dem Inspektionssystem Objekte mit im wesentlichen planaren Oberflächenstrukturen zu inspizieren sind – so beispielsweise Wafer oder Masken für die Halbleiterindustrie –, wird das zu inspizierende Objekt zweckmäßigerweise derart ausgerichtet und/oder positioniert sein, dass seine Oberfläche senkrecht zur optischen Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs angeordnet ist. Bei der Inspektion von zumindest teilweise transparenten Masken für die Halbleiterindustrie ist auch eine Hellfeldbeleuchtung im Durchlichtmodus denkbar, wobei dann ebenfalls die optische Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des zu inspizierenden Objekts steht.

In einer andern Ausführungsform steht die optische Achse eines zwischen Objekt und Detektor verlaufenden Detektionsstrahlengangs im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche des zu inspizierenden Objekts. Insoweit kann es sich hierbei um eine Anordnung des Detektionsstrahlengangs handeln, wie er beispielsweise bei einem konventionellen Mikroskop vorliegt. Der Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang kann somit bereichsweise mit dem Detektionsstrahlengang überlappen bzw. koaxial verlaufen.

Die optische Achse des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs kann zumindest bereichsweise koaxial zur optischen Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs und/oder koaxial zur optischen Achse des Detektionsstrahlengangs angeordnet sein. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn bei einem als Mikroskop ausgebildeten Inspektionsgerät ein

Dunkelfeldobjektiv zum Einsatz kommt, wobei die Beleuchtungsstrahlengänge der beiden Lichtquellen ähnlich angeordnet sein können, wie es beispielsweise aus der EP 0 183 946 B1 bekannt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die optische Achse des  
5 Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs einen Winkel zwischen 5 und 90 Grad zur optischen Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs und/oder zur optischen Achse des Detektionsstrahlengangs auf. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine Anordnung, wie sie aus Fig. 5 aus DE 199 03 486 A1 bekannt ist, wobei also der Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang sozusagen  
10 objektseitig am Mikroskopobjektiv vorbeigeführt wird. Hierbei kann in ganz besonders vorteilhafter Weise der Winkel zwischen der optischen Achse des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs und der optischen Achse des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs derart eingestellt werden, dass optimale Ergebnisse bei der Detektion der Bilder erzielt werden, die mit der Dunkelfeld-  
15 beleuchtung aufgenommen werden. Somit kann die Winkeleinstellung in Abhängigkeit der zu detektierenden Objektstrukturen zu verändern sein. Dies kann beispielsweise durch die optischen Komponenten des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs erreicht werden, gegebenenfalls kann auch die Beleuchtungsapertur der Dunkelfeldbeleuchtung variiert werden und somit  
20 eine weitere Anpassung an die zu detektierenden Objektstrukturen vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist es denkbar, dass das Licht der Hellfeld-Lichtquelle und/oder der Dunkelfeld-Lichtquelle eine Kodierung aufweist. Hierbei wird die aus der DE 199 03 486 A1 bekannte Technologie mit der erfindungsgemäßen  
25 Vorrichtung kombiniert. Hierdurch können sich unter Umständen Vorteile bei der Bilddatenauswertung ergeben, wenn beispielsweise das gepulste Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle eine Wellenlänge von 488 nm aufweist, das Licht der Hellfeld-Lichtquelle eine Wellenlänge von 365 nm aufweist und der Detektor eine Farb-CCD-Kamera umfasst. Dann können die detektierten Bilddaten bei  
30 der Datenauswertung allein hinsichtlich der Farbinformationen dem jeweiligen Beleuchtungsmodus zugeordnet werden. Ganz allgemein kann die Kodierung durch die Polarisierung, Amplituden-, Frequenz-, Pulsfrequenzmodulation

und/oder durch die Selektion einer Wellenlänge oder eines Wellenlängenbereichs gebildet sein.

Als Hellfeld-Lichtquelle kann eine Weißlichtquelle dienen, vorzugsweise eine Gleichstromlampe. Üblicherweise werden für Inspektionsvorrichtungen zur  
5 Inspektion von Wafern und Masken für die Halbleiterindustrie Xenon-, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen oder andere Bogenlampen im Gleichstrombetrieb eingesetzt, wobei entsprechende Farbfilter oder Reflexionsfilter alle bis auf eine Wellenlänge des Emissionsspektrums der  
10 Lichtquelle herausfiltern können, die dann zur Objektbeleuchtung verwendet wird. Ebenso sind Laser oder LED's (Light-Emitting-Diode) denkbar, die kontinuierliches Licht emittieren.

Die Dunkelfeld-Lichtquelle kann eine Xenon-Blitzlampe, ein Laser oder eine LED bzw. LED-Anordnung ausgebildet sein, wobei die Dunkelfeld-Lichtquelle gepulstes Licht emittiert. Die Pulsdauern der Pulse der zu verwendenden  
15 Dunkelfeld-Lichtquelle liegen üblicherweise in einem Bereich von 1 ms bis 0,01 ms, vorzugsweise jedoch bei 0,1 ms. Die Pulsleistung der einzelnen Pulse liegt hierbei typischerweise in der Größenordnung von 1 Watt.

Der Detektor umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform eine CCD-Kamera, wobei eine Monochrom- und/oder eine Farb-CCD-Kamera zum  
20 Einsatz kommen kann. Bei einer Monochrom-CCD-Kamera ist im Allgemeinen die Ortsauflösung höher als bei einer Farb-CCD-Kamera. Insbesondere bei Inspektionsvorrichtungen und bei Koordinaten-Messvorrichtungen zur Inspektion bzw. Vermessung von Koordinaten von Wafern und Masken der Halbleiterindustrie, wo eine hohe Ortsauflösung gefordert ist, kommt  
25 bevorzugt eine Monochrom-CCD-Kamera zum Einsatz. Insbesondere die CCD-Kamerasteuerung kann mit dem Pulsfolgesignal der Dunkelfeld-Lichtquelle bezüglich des Detektions- bzw. Ausleseverhaltens der CCD-Kamera synchronisiert werden.

Grundsätzlich ist die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Steuerrechner  
30 gekoppelt. Dieser Steuerrechner steuert üblicherweise nicht nur eine automatische Bilddatenaufnahme mehrerer automatisch zu inspizierender

Objekte, sondern weist auch eine Speichereinheit auf, auf der die detektierten Objektdaten oder extrahierten Messergebnisse abgespeichert und/oder ausgewertet werden.

In verfahrensmäßiger Hinsicht wird die eingangs genannte Aufgabe durch die  
5 Merkmale des nebengeordneten Patentanspruchs 17 gelöst. Demgemäß wird  
bei dem Verfahren zur Inspektion eines Objekts das Objekt einerseits mit  
einer Hellfeld-Lichtquelle zur Hellfeldbeleuchtung und andererseits mit einer  
Dunkelfeld-Lichtquelle zur Dunkelfeldbeleuchtung simultan beleuchtet und das  
10 Objekt wird mit einer Abbildungsoptik auf mindestens einen Detektor  
abgebildet. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Inspektion eines Objekts ist  
dadurch gekennzeichnet, dass das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht  
gepulst wird, wobei die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung  
dienenden Lichts um mindestens eine Größenordnung größer ist als die auf  
15 ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden  
un gepulsten Lichts.

Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer  
Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 16 eingesetzt. Zur  
Vermeidung von Wiederholungen wird diesbezüglich auf den voran-  
20 gegangenen Teil der Beschreibung verwiesen.

In ganz besonders bevorzugter Weise erfolgt die Objektinspektion  
automatisch. So kann auf einem der Vorrichtung zugeordneten Steuerrechner  
ein Programm ablaufen, wonach unterschiedliche vorgegebene Bereiche des  
Objekts detektiert werden. Hierzu kann die Vorrichtung mit einem  
25 Positionierungssystem gekoppelt sein, welches das Objekt relativ zur  
Abbildungsoptik positioniert und vorzugsweise ebenfalls vom Steuerrechner  
angesteuert wird. Weiterhin ist denkbar, mehrere Objekte automatisch der  
Vorrichtung zuzuführen – beispielsweise über einen Beladeroboter – und  
Objekt für Objekt jeweils bereichsweise vollautomatisch zu detektieren. Der  
30 Steuerrechner kann weiterhin ein Programmmodul umfassen, mit dem die  
detektierten Bilddaten hinsichtlich möglicher Defekte des jeweiligen Objekts  
ausgewertet werden können. Hierbei können im Allgemeinen Methoden der  
Digitalen Bildverarbeitung eingesetzt werden, wobei ein Vergleich der

detektierten Objektbereiche mit einem bekannten Kalibrierungsobjekt vorgesehen sein kann. Zur Dokumentation bzw. Protokollierung der erkannten Defekte können die entsprechenden Bildbereiche des jeweiligen Objekts oder lediglich deren Koordinaten auf der Speichereinheit des Steuerrechners abgespeichert werden.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 17 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen:

15

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**Fig. 2** eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**Fig. 3a** eine schematische Darstellung eines Diagramms des zeitlichen Verlaufs der Lichtintensitäten des Beleuchtungslichts der Hellfeld-Lichtquelle und der Dunkelfeld-Lichtquelle am Ort des Objekts bei dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2**,

**Fig. 3b** eine schematische Darstellung eines Diagramms des zeitlichen Verlaufs der Lichtintensitäten des am Objekt reflektierten und gestreuten Lichts der Hellfeld-Lichtquelle und der Dunkelfeld-Lichtquelle am Ort des Detektors bei dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2**,

**Fig. 3c** eine schematische Darstellung eines Diagramms des zeitlichen Verlaufs der Lichtintensitäten des am Objekt reflektierten und gestreuten Lichts der Hellfeld-Lichtquelle und der Dunkelfeld-Lichtquelle am Ort des Detektors bei dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2**, wobei ein anderes Objekt detektiert wurde und

**Fig. 4** eine schematische Darstellung eines Diagramms eines zeitlichen Verlaufs eines Lichtpulses der Dunkelfeld-Lichtquelle und einem Detektionsintervall des Detektors.

10

Die **Fig. 1** und **2** zeigen in einer schematischen Darstellung eine Vorrichtung 1 zur Inspektion eines Objekts 2. Bei dieser Vorrichtung 1 handelt es sich um eine optische Inspektionsvorrichtung, mit dem Masken und Wafer für die Halbleiterindustrie insbesondere auf Defekte untersucht werden können. Die Vorrichtung 1 weist einen bezüglich einer Abbildungsoptik 3 ausgebildeten Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang 4 einer Hellfeld-Lichtquelle 5 auf. Bezüglich der Abbildungsoptik 3 ist weiterhin ein Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang 6 einer Dunkelfeld-Lichtquelle 7 vorgesehen. Das Objekt 2 wird mit der Abbildungsoptik 3 auf einen Detektor 8 abgebildet, wobei der Detektionsstrahlengang 9 vom Objekt 2 zum Detektor 8 verläuft. Das Objekt 2 wird von den beiden Lichtquellen 5 und 7 simultan beleuchtet.

20

Erfindungsgemäß ist das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 gepulst. In **Fig. 3a** ist in einem schematischen Diagramm der Logarithmus der Lichtintensitäten der beiden Lichtquellen 5 und 7 ( $\lg I$ ) in willkürlichen Einheiten als Funktion der Zeit  $t$  gezeigt. Hierbei bezieht sich der zeitliche Intensitätsverlauf auf den am Objekt 2 vorliegenden Beleuchtungsintensitätsverlauf des Lichts der beiden Lichtquellen 5 und 7. Der Einfachheit halber ist der zeitliche Intensitätsverlauf lediglich eines Lichtpulses der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 gezeigt. Der zeitliche Intensitätsverlauf der Hellfeld-Lichtquelle 5 ist mit dem Bezugszeichen 11 gezeigt. Die Hellfeld-Lichtquelle 5 emittiert kontinuierliches Licht einer konstanten Intensität. Dem Diagramm aus **Fig. 3a** zeigt, dass die Pulsintensität  $I_1$  des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um circa zwei Größenordnung größer ist als die auf das Pulsintervall bezogene

25

30

Intensität I2 des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts. Somit ist die Pulsintensität I1 des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts in diesem Ausführungsbeispiel ungefähr 100 mal größer als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität I2 des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts. Dies hat den Vorteil, dass das Dunkelfeld-Bild ohne  
5 zusätzliche Hilfsmittel, wie z.B. Filter, von dem Hellfeldbild separiert werden kann, da es direkt auf dem Detektor 8 heller erscheint als das Hellfeld-Bild selbst.

Die in den Fig. 3b und 3c gezeigten zeitlichen Intensitätsverläufe entsprechen  
10 der am Detektor 8 vorliegenden Lichtintensität einerseits des am Objekt 2 reflektierten Lichts der Hellfeld-Lichtquelle 5 und andererseits des am Objekt 2 gestreuten Lichts der Dunkelfeld-Lichtquelle 7. In den Diagrammen der Fig. 3b und 3c sind somit die Lichtintensitäten des am Objekt reflektierten bzw. gestreuten Lichts der beiden Lichtquellen 5 und 7 in willkürlichen Einheiten als  
15 Funktion der Zeit t gezeigt. Bei dem in Fig. 3c gezeigten zeitlichen Intensitätsverlauf liegt der Detektion ein anderes Objekt zugrunde, als es bei dem detektierten zeitlichen Intensitätsverlauf aus Fig. 3b der Fall war. Den Fig. 3b und 3c ist entnehmbar, dass die beiden Objekte sich hinsichtlich der Intensität des Streulichtanteils an den Objektoberflächen unterscheiden.

20 Die in Fig. 2 gezeigte Dunkelfeld-Lichtquelle 7 ist eine Bogenlampe, die gepulstes Licht emittiert. Die in Fig. 1 gezeigte Dunkelfeld-Lichtquelle 7 ist ebenfalls eine Bogenlampe, die jedoch kontinuierliches Licht einer konstanten Intensität emittiert. Das Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 aus Fig. 1 wird nach Kollimation mittels einer Linse 12 mithilfe eines in Form eines rotierenden  
25 Shutterrads ausgebildeten optischen Bauteils 13 in einzelne Pulse unterteilt. Das Shutterrad rotiert um die Rotationsachse 14 und weist umfangsmäßig angeordnete, lichtdurchlässige Bereiche auf, durch welche das Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 passieren kann. Ein beispielsweise kreisförmiger Bereich wird durch die Blende 15 ausgeblendet, so dass im weiteren Verlauf  
30 des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 6 lediglich ein ringförmiger Beleuchtungsquerschnitt vorliegt.

Die Auslese- und Auswertebereitschaft des Detektors 8 und des dem Detektor 8 nachgeordneten Detektionssystems 16 ist mit der Pulsfolge des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 synchronisiert. Die Synchronisationsleitung 17 verbindet in Fig. 1 das optische Bauteil 13 mit dem Detektionssystem 16. In Fig. 2 verbindet die Synchronisationsleitung 17 die Dunkelfeld-Lichtquelle 7 aus Fig. 2 mit dem Detektionssystem 16. Zur Synchronisation wird jeweils von dem optischen Bauteil 13 aus Fig. 1 und der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 aus Fig. 2 ein Trigger-Signal zu Verfügung gestellt. Das Trigger-Signal des optischen Bauteils 13 kann beispielsweise mittels einer nicht eingezeichneten Lichtschranke generiert werden. Die Dunkelfeld-Lichtquelle 7 aus Fig. 2 erzeugt aufgrund ihrer inneren Steuerung ein Trigger-Signal. Der Detektor 8 ist mit dem nachgeordneten Detektionssystem 16 mittels der Steuer- und Ausleseleitung 32 verbunden. Zur Synchronisation ist zusätzlich eine Verzögerungsschaltung 18 vorgesehen, deren Offset bzw. Verzögerungswert einstellbar verändert werden kann.

In Fig. 4 ist in einem schematischen Diagramm der zeitliche Intensitätsverlauf eines Lichtpulses gezeigt, der eine durch die beiden Pfeile angedeutete Halbwertsbreite von kleiner 0,1 ms aufweist. Das von  $t_1$  bis  $t_3$  verlaufende Zeitintervall 19 kennzeichnet die Dauer, in der der Detektor 8 in Auslesebereitschaft für das am Objekt gestreute Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 ist. Hierbei liegt idealerweise der Zeitpunkt  $t_2$  mittig zwischen den Anfangs- und Endwerten  $t_1$  und  $t_3$  des Zeitfensters 19, wobei der Zeitpunkt  $t_2$  die Mitte des Lichtpulses kennzeichnet.

Im folgenden wird auf die geometrische Anordnung der optischen Strahlengänge eingegangen. Der Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang 4 in den Fig. 1 und 2 verläuft von der Hellfeld-Lichtquelle 5 über den Strahlteiler 20 zum Objekt 2. Das Licht der Hellfeld-Lichtquelle 5 wird am Strahlteiler 20 zum größten Teil in Richtung Abbildungsoptik 3 reflektiert.

Der Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang 6 in Fig. 1 verläuft von der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 zunächst zum Strahlteiler 21, an dem das Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 in einem verspiegelten Bereich – gezeigt in



durchgezogene Linien – in Richtung der Abbildungsoptik 3 reflektiert wird. Lediglich schematisch ist dargestellt, wie das am Strahlteiler 21 reflektierte Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 koaxial außerhalb des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 4 in Richtung des Objekts 2 geführt wird, wobei  
5 der Einfachheit halber auf die Einzeichnung einer hierfür erforderlichen Fokussierungsoptik verzichtet wurde. Der Mittelbereich des Strahlteilers 21 ist transparent – strichpunktiert eingezeichnet –, so dass das Licht der Hellfeld-Lichtquelle 5 und das am Objekt 2 gestreute bzw. reflektierte Licht im Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang 4 bzw. im Detektionsstrahlengang 9 den  
10 Strahlteiler 21 in diesem Bereich passieren kann.

Der Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang 6 in Fig. 1 verläuft von der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 zum Objekt 2, und zwar zunächst über die Einkoppeloptik 22, die das Licht der Dunkelfeld-Lichtquelle 7 in den Lichtleiter 23 einkoppelt. Das aus dem Lichtleiter 23 austretende Licht wird mit der  
15 Fokussierungsoptik 24 in den Fokusbereich der Abbildungsoptik 3 auf das Objekt 2 fokussiert.

Den Fig. 1 und 2 ist entnehmbar, dass die optische Achse 25 des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 4 zwischen Strahlteiler 20 und Objekt 2 senkrecht zur Oberfläche 26 des zu inspizierenden Objekts 2 steht. Zugleich ist die  
20 optische Achse 25 des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 4 senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik 3 angeordnet, die mit der der Abbildungsoptik 3 zugewandten Oberfläche 26 des Objekts 2 zusammenfällt und daher nicht gesondert eingezeichnet ist. Die optische Achse 27 des zwischen Objekt 2 und Detektor 8 verlaufenden Detektionsstrahlengangs 9 steht ebenfalls  
25 senkrecht zur Oberfläche 26 des zu inspizierenden Objekts 2 und senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik 3.

Die optische Achse 28 des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 6 in Fig. 1 ist zwischen Strahlteiler 21 und Objekt 2 koaxial zur optischen Achse 25 des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 4 und koaxial zur optischen Achse 27 des  
30 Detektionsstrahlengangs 9.

In Fig. 2 ist gezeigt, dass die optische Achse 28 des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 6 einen Winkel 29 – angedeutet durch den bogenförmigen Doppelpfeil – zur optischen Achse 25 des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs 4 und zur optischen Achse 27 des Detektionsstrahlengangs 9 aufweist.

Die Hellfeld-Lichtquelle 5 ist eine Gleichstromlampe. Der Detektor 8 ist eine CCD-Kamera.

Das Detektionssystem 16 umfasst auch einen – nicht getrennt eingezeichneten – Steuerrechner, mit dem die einzelnen Komponenten der Vorrichtung 1 angesteuert werden. Insbesondere wird mittels eines auf dem Steuerrechner ablaufenden Programms die Objektinspektion automatisch durchgeführt. Hierzu ist das Detektionssystem 16 der Vorrichtung 1 über eine Leitung 31 mit einem Positionierungssystem 30 gekoppelt, das ebenfalls vom Steuerrechner angesteuert wird und das Objekt 1 positioniert. Das Positionierungssystem 30 positioniert das Objekt 2 entlang der Richtung, die mit dem Doppelpfeil in den Fig. 1 und 2 beim Positionierungssystem 30 gezeigt ist. Weiterhin ist eine Objektpositionierung in die beiden entgegengesetzten Richtungen senkrecht dazu vorgesehen, das heißt, aus der Zeichenebene der Fig. 1 und 2 heraus.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die voranstehend erörterten Ausführungsbeispiele lediglich zur Beschreibung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Vorrichtung
- 2 Objekt
- 3 Abbildungsoptik
- 4 Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang
- 5 Hellfeld-Lichtquelle
- 6 Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang
- 7 Dunkelfeld-Lichtquelle
- 8 Detektor
- 9 Detektionsstrahlengang
- 10 zeitlicher Intensitätsverlauf eines Lichtpulses von (7)
- 11 zeitlicher Intensitätsverlauf des Lichts von (5)
- 12 Linse
- 13 optisches Bauteil, rotierendes Shutterrad
- 14 Rotationsachse von (13)
- 15 Blende
- 16 Detektionssystem
- 17 Synchronisationsleitung
- 18 Verzögerungsschaltung
- 19 Zeitintervall
- 20 Strahlteiler

- 21 Strahlteiler
- 22 Einkoppeloptik
- 23 Lichtleiter
- 24 Fokussierungsoptik
- 25 optische Achse von (4)
- 26 zu inspizierende Oberfläche von (2)
- 27 optische Achse von (9)
- 28 optische Achse von (6)
- 29 Winkel zwischen (27) und (28)
- 30 Positionierungssystem
- 31 Leitung zwischen (16) und (30)
- 32 Steuer- und Ausleseleitung
- l1 Pulsintensität eines Lichtpulses von (7) am Ort des Objekts
- l2 Intensität des Lichts von (5) am Ort des Objekts
- t1 Beginn des Zeitintervalls (19)
- t2 Mitte des Lichtpulses
- t3 Ende des Zeitintervalls (19)

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Inspektion eines Objekts (2), mit einem bezüglich einer Abbildungsoptik (3) ausgebildeten Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengang (4) einer Hellfeld-Lichtquelle (5), mit einem bezüglich der Abbildungsoptik (3) ausgebildeten Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengang (6) einer Dunkelfeld-Lichtquelle (7), wobei das Objekt (2) mit der Abbildungsoptik (3) auf mindestens einen Detektor (8) abgebildet wird und wobei das Objekt (2) von den beiden Lichtquellen (5, 7) simultan beleuchtet ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das zur Dunkelfeldbeleuchtung dienende Licht gepulst ist und dass die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um mindestens eine Größenordnung größer ist als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsintensität des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts 10 bis 10000 mal größer ist als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur Hellfeldbeleuchtung dienenden kontinuierlichen Lichts.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dunkelfeld-Lichtquelle (7) gepulstes Licht emittiert.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dunkelfeld-Lichtquelle (7) kontinuierliches Licht emittiert, das mittels mindestens eines optischen Bauteils (13) in einzelne Pulse unterteilbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Bauteil (13) einen Shutter, ein rotierendes Shutterrad, einen elektrooptischen oder einen akustooptischen Modulator aufweist.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslese- und/oder Auswertebereitschaft des Detektors (8) und/oder des Detektionssystems (16) mit der Pulsfolge des zur Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts synchronisiert ist, vorzugsweise anhand eines Pulsfolgesignals der Dunkelfeld-Lichtquelle (7) oder eines Steuersignals des optischen Bauteils (13).
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Synchronisation eine Verzögerungsschaltung (18) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Achse (25) des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs (4) im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche (26) des zu inspizierenden Objekts (2) steht oder im wesentlichen senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik (3) steht.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Achse (27) eines zwischen Objekt (2) und Detektor (8) verlaufenden Detektionsstrahlengangs (9) im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche (26) des zu inspizierenden Objekts (2) steht oder im wesentlichen senkrecht zur Objektebene der Abbildungsoptik (3) steht.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Achse (28) des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs (6) zumindest bereichsweise coaxial zur optischen Achse (25) des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs (4) und/oder coaxial zur optischen Achse (27) des Detektionsstrahlengangs (9) ist.
- 25

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass die optische Achse (28) des Dunkelfeld-Beleuchtungsstrahlengangs  
(6) einen Winkel (29) zwischen 5 und 90 Grad zur optischen Achse (25)  
des Hellfeld-Beleuchtungsstrahlengangs (4) und/oder zur optischen Achse  
5 (27) des Detektionsstrahlengangs (9) aufweist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hellfeld-Lichtquelle (5) als eine Weißlichtquelle, vorzugsweise  
eine Gleichstromlampe ausgebildet ist.
- 10 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dunkelfeld-Lichtquelle (7) als eine Xenon-Blitzlampe, ein Laser  
oder eine LED (Light-Emitting-Diode) oder eine LED-Anordnung  
ausgebildet ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Detektor (8) als eine CCD-Kamera ausgebildet ist.
- 15 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch  
eine Kopplung mit einem Steuerrechner, der vorzugsweise eine  
Speichereinheit aufweist, auf der die detektierten Objektdaten  
abspeicherbar sind.
- 20 16. Verfahren zur Inspektion eines Objekts (2), wobei das Objekt (2) einerseits  
mit einer Hellfeld-Lichtquelle (5) zur Hellfeldbeleuchtung und andererseits  
mit einer Dunkelfeld-Lichtquelle (7) zur Dunkelfeldbeleuchtung simultanen  
beleuchtet wird und wobei das Objekt (2) mit einer Abbildungsoptik (3) auf  
mindestens einen Detektor (8) abgebildet wird, vorzugsweise zum Betrieb  
einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das zur Dunkelfeld-  
beleuchtung dienende Licht gepulst wird, wobei die Pulsintensität des zur  
Dunkelfeldbeleuchtung dienenden Lichts um mindestens eine Größen-  
ordnung größer ist als die auf ein Pulsintervall bezogene Intensität des zur  
Hellfeldbeleuchtung dienenden ungepulsten Lichts.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektinspektion automatisch durchgeführt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) mit einem das Objekt (2) positionierenden Positionierungssystem (30) gekoppelt ist und dass mit dem Positionierungssystem (30) ausgewählte Objektbereiche automatisch in Inspektionsstellung positioniert werden.
- 5



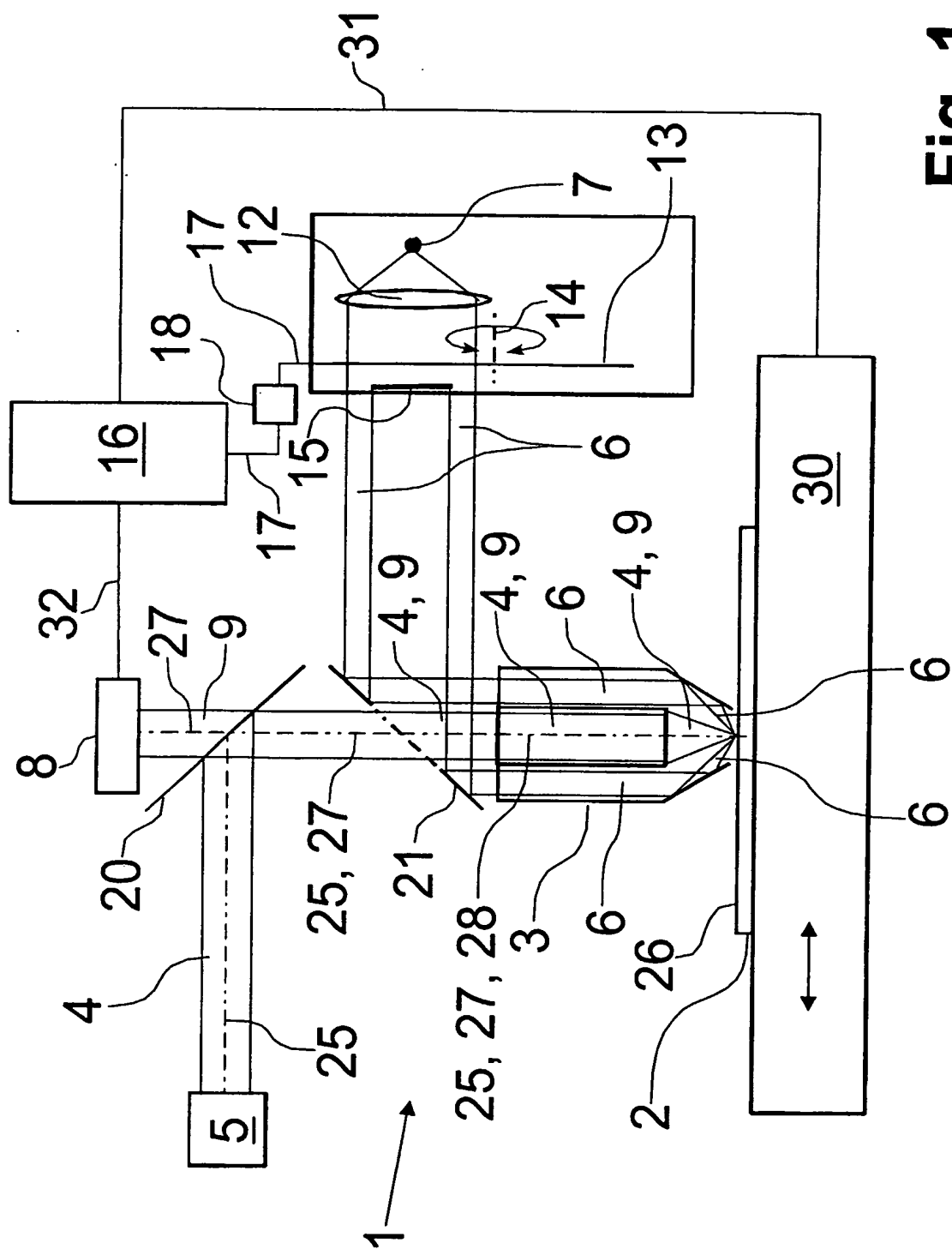
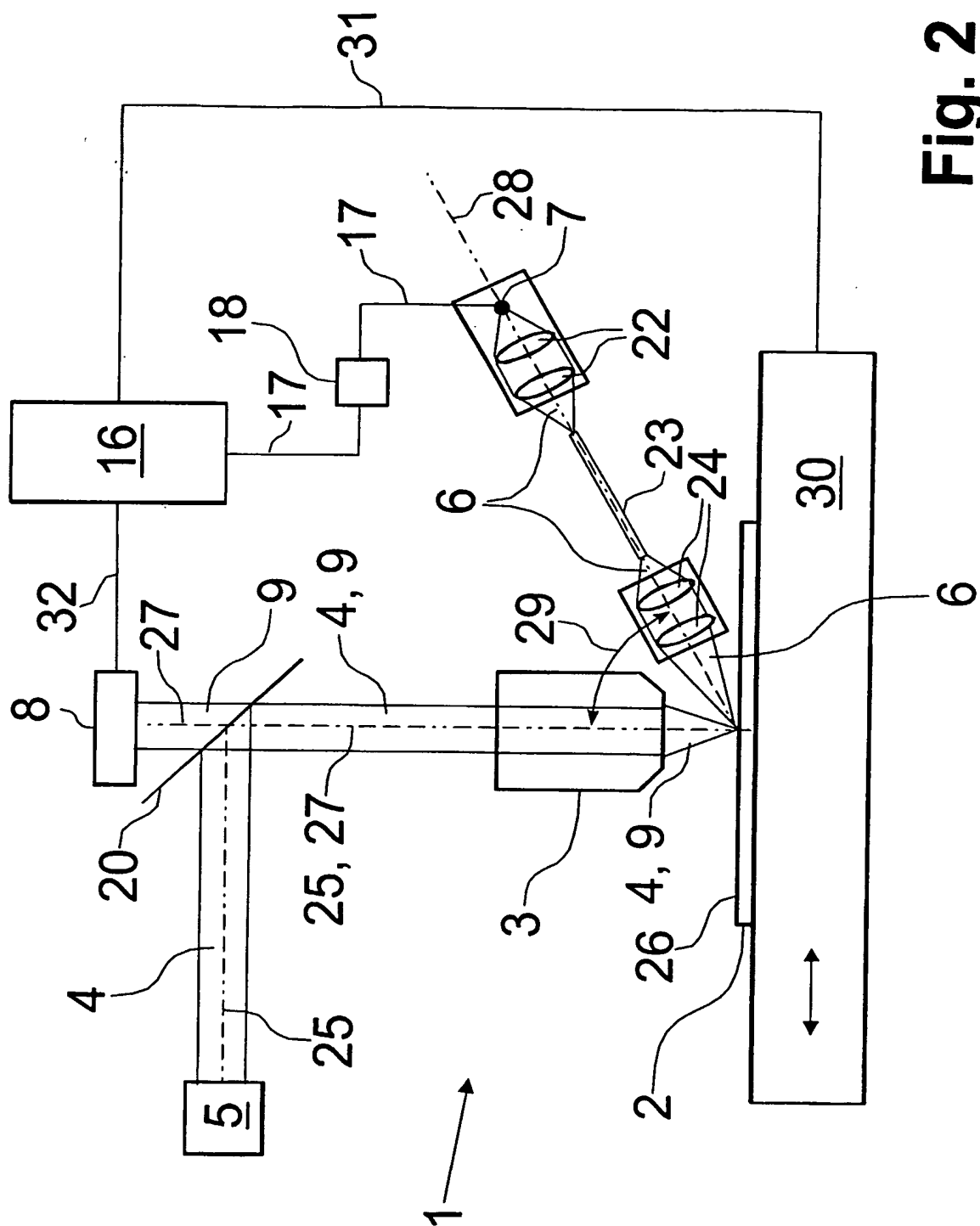
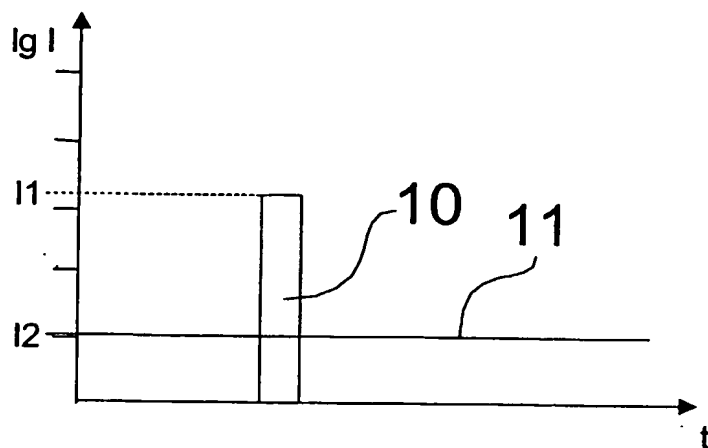
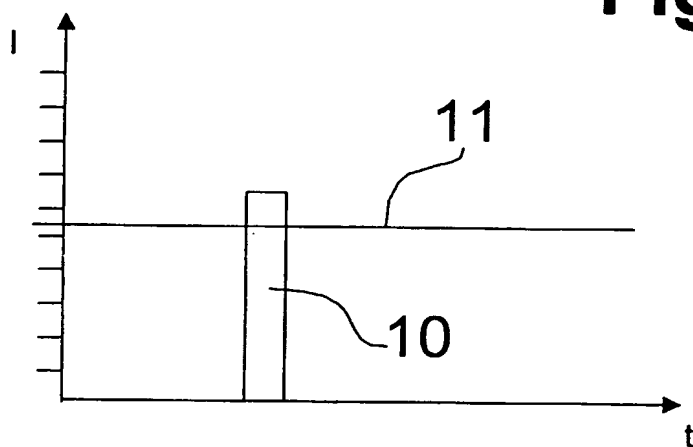
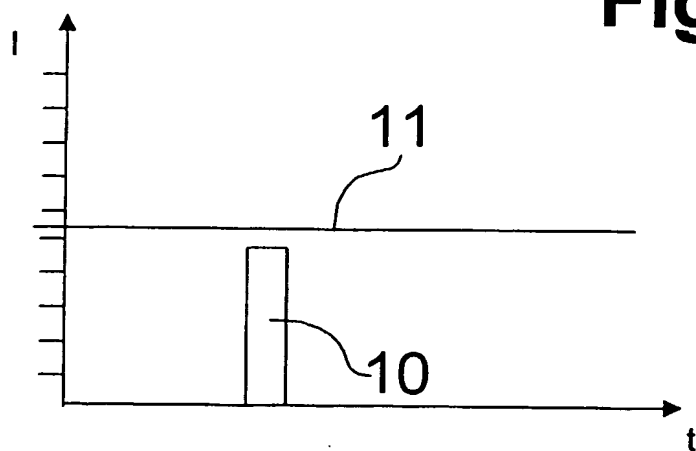
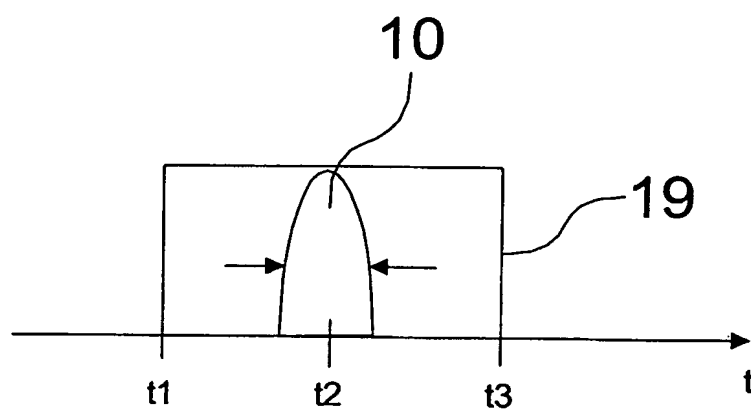


Fig. 1



**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c**

**Fig. 4**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/09274

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B21/12 G01N21/88 G01N21/95 G01N21/956

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B G01N H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

BIOSIS, EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	<p>WO 02 01193 A (TERADYNE INC) 3 January 2002 (2002-01-03) page 5, line 9 - line 28</p> <p>page 12, line 9 - line 19 page 13, line 15 - line 20 page 13, line 27 - line 30 page 14, line 1 - line 3 page 15, line 24 - page 16, line 1 claims 26,27 figure 1</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p>	<p>1-3,8,9, 11-14,16 4-6,10, 15,17,18</p>

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 December 2003

Date of mailing of the International search report

16/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verdoodt, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/09274

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	DE 199 03 486 A (LEICA MICROSYST GMBH ; IBM (US)) 3 August 2000 (2000-08-03) column 2, line 43 - line 50 column 2, line 62 - line 66 column 3, line 17 - line 21 column 3, line 30 - line 51 column 5, line 7 - line 9 column 5, line 41 - line 44 column 6, line 10 - line 13 column 6, line 20 - line 23 figures 1-3,5 ---	4, 5, 10 1, 16
Y A	WO 00 10114 A (ACUITY IMAGING LLC) 24 February 2000 (2000-02-24) page 7, line 26 - line 29 page 13, line 31 - page 14, line 9 page 15, line 8 - line 11 page 28, line 5 - line 7 figure 10 ---	15, 17, 18 13
Y	US 5 461 474 A (NOSE NORIYUKI ET AL) 24 October 1995 (1995-10-24) column 10, line 33 - line 36 figure 9 ---	6
A	US 6 075 883 A (MAALI FEREDOUN ET AL) 13 June 2000 (2000-06-13) abstract ---	1
A	US 6 246 788 B1 (LIN YOU-LING ET AL) 12 June 2001 (2001-06-12) column 10, line 27 - line 35 ---	1
A	EP 0 183 946 A (IBM) 11 June 1986 (1986-06-11) cited in the application column 3, line 16 - line 18 -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/ 3/09274

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0201193	A	03-01-2002	US 6552783 B1 AU 7138901 A CN 1434919 T EP 1297326 A2 WO 0201193 A2	22-04-2003 08-01-2002 06-08-2003 02-04-2003 03-01-2002
DE 19903486	A	03-08-2000	DE 19903486 A1 WO 0045196 A2 EP 1073917 A2 JP 2002535687 T TW 440708 B US 6633375 B1	03-08-2000 03-08-2000 07-02-2001 22-10-2002 16-06-2001 14-10-2003
WO 0010114	A	24-02-2000	US 6201892 B1 AU 5471599 A CA 2340420 A1 EP 1127329 A1 WO 0010114 A1	13-03-2001 06-03-2000 24-02-2000 29-08-2001 24-02-2000
US 5461474	A	24-10-1995	JP 7043313 A	14-02-1995
US 6075883	A	13-06-2000	AT 250249 T AU 5174798 A DE 69725021 D1 EP 1359534 A1 EP 1016028 A1 WO 9821687 A1 US 2003215127 A1 US 6603874 B1	15-10-2003 03-06-1998 23-10-2003 05-11-2003 05-07-2000 22-05-1998 20-11-2003 05-08-2003
US 6246788	B1	12-06-2001	US 6091846 A US 6292260 B1	18-07-2000 18-09-2001
EP 0183946	A	11-06-1986	US 4585315 A DE 3568644 D1 EP 0183946 A2 JP 61120110 A	29-04-1986 13-04-1989 11-06-1986 07-06-1986

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/ 3/09274

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G02B21/12 G01N21/88 G01N21/95 G01N21/956

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B G01N H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

BIOSIS, EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02 01193 A (TERADYNE INC) 3. Januar 2002 (2002-01-03)	1-3,8,9, 11-14,16
Y	Seite 5, Zeile 9 - Zeile 28  Seite 12, Zeile 9 - Zeile 19 Seite 13, Zeile 15 - Zeile 20 Seite 13, Zeile 27 - Zeile 30 Seite 14, Zeile 1 - Zeile 3 Seite 15, Zeile 24 -Seite 16, Zeile 1 Ansprüche 26,27 Abbildung 1  --- -/--	4-6,10, 15,17,18

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*S\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Verdoodt, E



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 199 03 486 A (LEICA MICROSYST GMBH ; IBM (US)) 3. August 2000 (2000-08-03)	4, 5, 10
A	Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 50 Spalte 2, Zeile 62 - Zeile 66 Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 21 Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 51 Spalte 5, Zeile 7 - Zeile 9 Spalte 5, Zeile 41 - Zeile 44 Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 13 Spalte 6, Zeile 20 - Zeile 23 Abbildungen 1-3, 5	1, 16
Y	WO 00 10114 A (ACUITY IMAGING LLC) 24. Februar 2000 (2000-02-24)	15, 17, 18
A	Seite 7, Zeile 26 - Zeile 29 Seite 13, Zeile 31 - Seite 14, Zeile 9 Seite 15, Zeile 8 - Zeile 11 Seite 28, Zeile 5 - Zeile 7 Abbildung 10	13
Y	US 5 461 474 A (NOSE NORIYUKI ET AL) 24. Oktober 1995 (1995-10-24) Spalte 10, Zeile 33 - Zeile 36 Abbildung 9	6
A	US 6 075 883 A (MAALI FEREYDOUN ET AL) 13. Juni 2000 (2000-06-13) Zusammenfassung	1
A	US 6 246 788 B1 (LIN YOU LING ET AL) 12. Juni 2001 (2001-06-12) Spalte 10, Zeile 27 - Zeile 35	1
A	EP 0 183 946 A (IBM) 11. Juni 1986 (1986-06-11) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 18	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/03/09274

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0201193	A	03-01-2002	US 6552783 B1	22-04-2003
			AU 7138901 A	08-01-2002
			CN 1434919 T	06-08-2003
			EP 1297326 A2	02-04-2003
			WO 0201193 A2	03-01-2002
DE 19903486	A	03-08-2000	DE 19903486 A1	03-08-2000
			WO 0045196 A2	03-08-2000
			EP 1073917 A2	07-02-2001
			JP 2002535687 T	22-10-2002
			TW 440708 B	16-06-2001
			US 6633375 B1	14-10-2003
WO 0010114	A	24-02-2000	US 6201892 B1	13-03-2001
			AU 5471599 A	06-03-2000
			CA 2340420 A1	24-02-2000
			EP 1127329 A1	29-08-2001
			WO 0010114 A1	24-02-2000
US 5461474	A	24-10-1995	JP 7043313 A	14-02-1995
US 6075883	A	13-06-2000	AT 250249 T	15-10-2003
			AU 5174798 A	03-06-1998
			DE 69725021 D1	23-10-2003
			EP 1359534 A1	05-11-2003
			EP 1016028 A1	05-07-2000
			WO 9821687 A1	22-05-1998
			US 2003215127 A1	20-11-2003
			US 6603874 B1	05-08-2003
US 6246788	B1	12-06-2001	US 6091846 A	18-07-2000
			US 6292260 B1	18-09-2001
EP 0183946	A	11-06-1986	US 4585315 A	29-04-1986
			DE 3568644 D1	13-04-1989
			EP 0183946 A2	11-06-1986
			JP 61120110 A	07-06-1986